

La curiosità dello scienziato

Albert Einstein

(1879-1955)

a cura di Luciano Dondero
per l'Associazione Aemilia Scauri di Quiliano

**Io non ho alcun
talento speciale.
Sono solo
appassionatamente
curioso.**

Albert Einstein

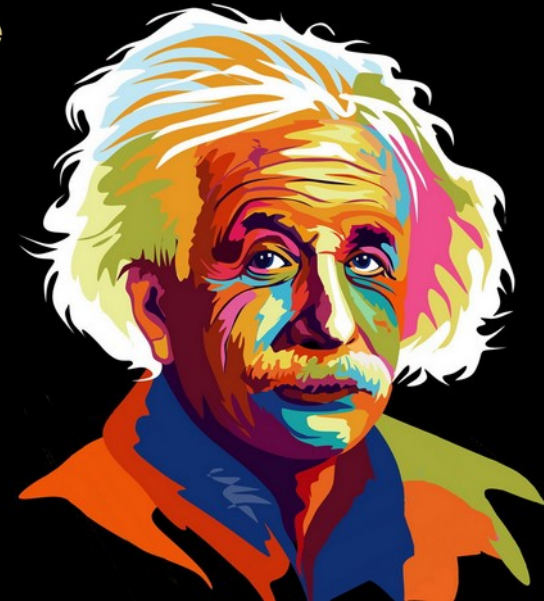
(Einst

ALBERT EINSTEIN

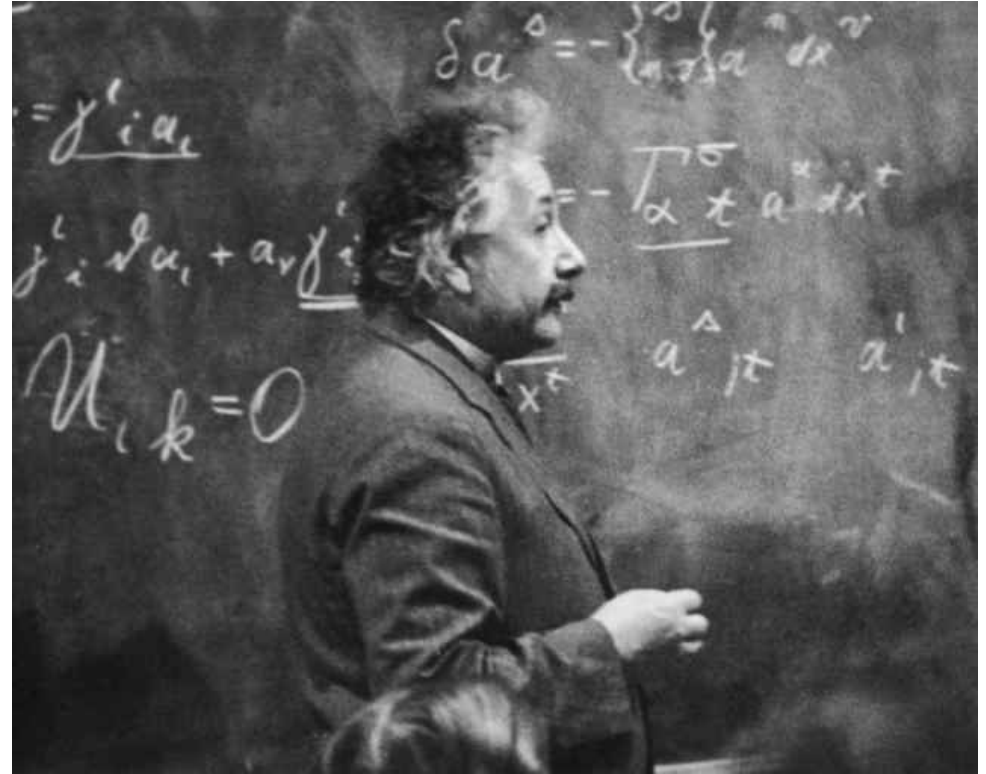
e la curiosità dello scienziato

**Conferenza
di Luciano Dondero**

**12 maggio
Aula Magna Scuola Media
Via I° maggio
Vado Ligure
ore 16.30**



La curiosità: da una bimba africana allo scienziato



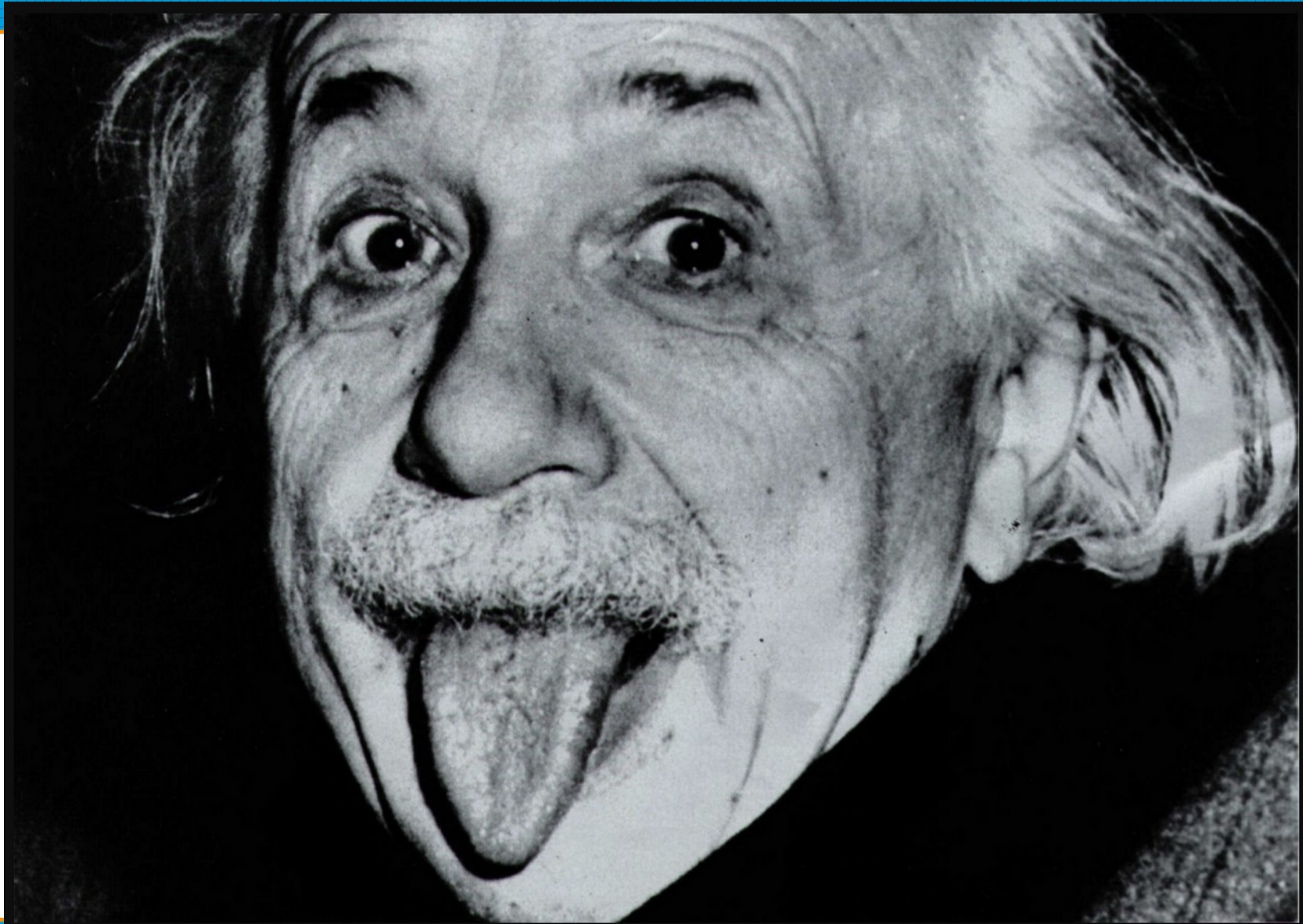
(Einstein)

Il visino di questa bimba proclama "***sono intelligente e sono curiosa***".

Gli esseri umani nascono curiosi; i bambini ci chiedono sempre „**Perché?**” ma spesso crescendo li si educa a „non fare troppe domande”.

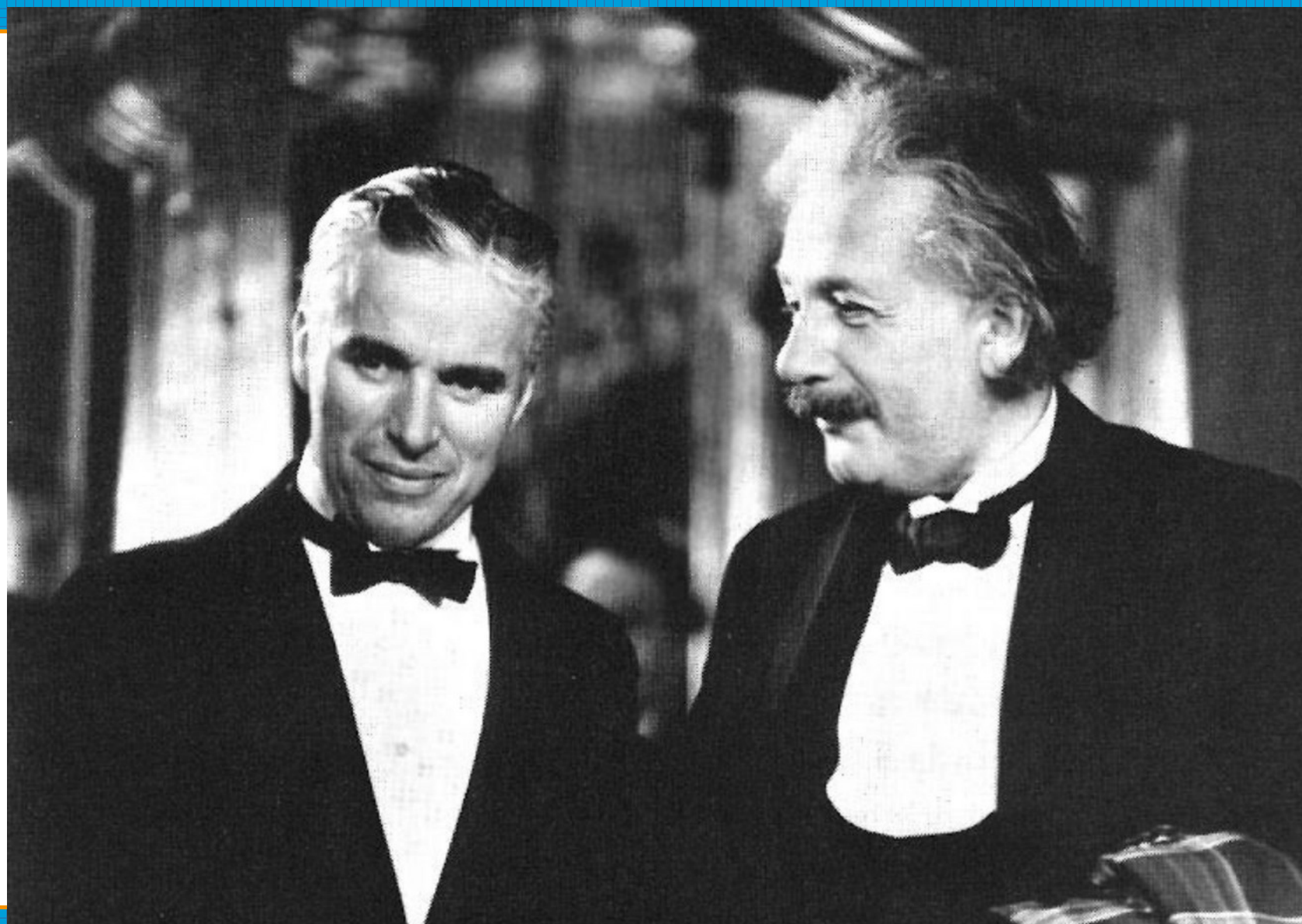
In ogni scienziato in fondo c'è un bambino che non ha mai smesso di chiedersi „**Perché?**”

Albert Einstein è forse lo scienziato più famoso al mondo. Per carattere e personalità era refrattario ad ogni forma di autorità, salvo quella delle leggi che fanno funzionare il mondo in cui viviamo. Einstein è il simbolo dello scienziato brillante, ma forse un po' staccato dalla realtà della gente comune. E anche un po' burlone.



Charlie Chaplin è stato forse colui che ha espresso il giudizio più chiaro sul grande fisico. Einstein e "Charlot" si incontrarono a Los Angeles nel 1931, in occasione della premiere del film "Luci della città".

Chaplin
ed
Einstein
(1931)



Il fisico, che aveva già vinto l'ambito premio Nobel nel 1921 ed era all'apice della fama, era l'"unica persona" che l'attore-regista, che era già uno dei personaggi più noti di Hollywood, desiderasse incontrare in quell'occasione.

Cosa si sono detti Chaplin e Einstein?

Einstein: *"Quello che ammiro di più della sua arte, è la sua universalità. Lei non dice una parola, eppure il mondo la capisce!"*

Chaplin: *"Vero. Ma la sua gloria è ancora più grande! Il mondo intero la ammira, anche se non capisce una parola di quello che dice".*

(Dalla pagina ufficiale in rete del Comitato del Premio Nobel)

Qui Chaplin riassume la difficoltà a parlare di Einstein: il suo contributo al sapere umano è immenso, ma per la maggior parte di noi è arduo comprenderlo.

E a cosa si deve questa difficoltà?

Einstein fu un fisico. E tutto nella nostra vita incontra la fisica ad ogni passo e in ogni momento: una foglia che cade, il sole che ci scalda, la pioggia che ci bagna, l'abbraccio di una persona cara.

(Einstein)

Fisica: strumenti per la misurazione



(Einstein)

Se sollevo una matita dal tavolo e la lascio andare la gravità terrestre la farà cadere sul tavolo.

La cosa è ovvia, o così sembra.

Il mondo visibile è stato descritto da Galileo Galilei e Isaac Newton.

E proprio questo è il punto: la ricerca scientifica di Einstein investe un campo di indagine che si estende al di là di quello studiato da Galileo e Newton.

Nel mondo che osserviamo, nella realtà in cui viviamo e agiamo come persone, ci sono delle leggi ben più solide delle leggi scritte dall'uomo, e tali leggi ci appaiono immutabili.

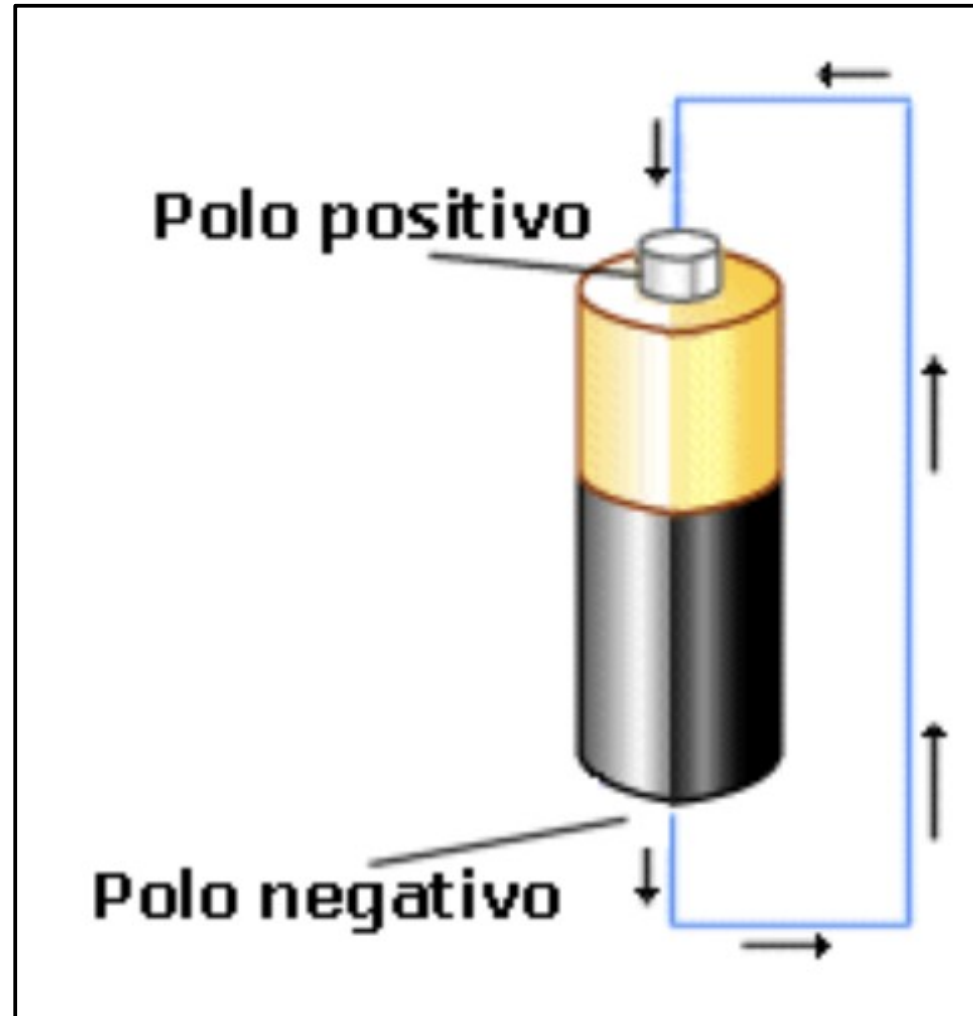
Ma esistono altri livelli della natura: „**l'infinitamente piccolo e l'infinitamente grande**“, anch'essi retti da leggi naturali, che sono però un po' diverse. E per alcune di esse Einstein ha dato un contributo fondamentale per la nostra comprensione.

In questo
disegno
fantasioso
ecco ciò
che esiste
al di fuori
della nostra
esperienza
sensibile



Oggi praticamente nel mondo quotidiano tutto funziona grazie ad invenzioni e strumenti tecnologici costruiti in base alle conoscenze che Einstein ha contribuito a darci. Tutti (o quasi) abbiamo un cellulare, un oggetto che definisce il XXI secolo. Esso funziona con una minuscola batteria, all'interno della quale atomi si muovono, rilasciando parti di sé (gli elettroni) che viaggiano fra l'anodo e il catodo, ovvero i due poli carichi elettricamente.

Una batteria
d'uso comune
(AA o AAA)



(Einstein)

Qui siamo nel campo della meccanica quantistica, una componente fondamentale della fisica che Einstein, insieme a tanti altri scienziati del XX secolo, ha contribuito a creare, e con cui ha avuto un rapporto complicato nel corso della sua carriera scientifica. La parola "quanti" forse l'ha usata lui per primo, deriva dal latino „quantum" ed è la descrizione di una certa quantità di materia (o di energia). Ed è suo uno dei primi scritti che introducono la fisica quantistica.

Oggi vogliamo delineare alcuni elementi utili a capire chi era Einstein come uomo e come scienziato.

Nasce ad Ulm, in Germania, nel 1879, da genitori ebrei non praticanti, Herman Einstein e Pauline Koch.

Il padre, imprenditore non sempre fortunato, si sposta con la famiglia a Monaco, poi a Milano, dove muore nel 1900. La madre muore nel 1920.

Da bambino Einstein si appassiona alle scienze e non sopporta la disciplina rigida dell'insegnamento prussiano e tedesco. Contrariamente a una storia diffusa non ebbe mai problemi in matematica, ma adorava la fisica più della matematica. Ha avuto spesso difficoltà coi suoi insegnanti, a volte trovandoli inadeguati, altre volte privi di immaginazione.

La mamma lo
incoraggiava
a studiare il
Violino e
questa
passione
resta con
Einstein per
tutta la vita.



Dopo il ginnasio, che abbandona, passa ad una scuola che lo prepara per iscriversi al Politecnico di Zurigo. Intanto ha rinunciato alla cittadinanza tedesca, perché non sopporta l'idea di dover andare a fare il servizio militare. Per alcuni anni è un apolide, poi nel 1901 ottiene la cittadinanza svizzera, che conserva per sempre - nonostante diventi cittadino USA nel 1940.

Al Politecnico di Zurigo nel 1898 conosce l'unica studentessa di fisica, la serba Mileva Maric, con cui si ama appassionatamente. Il rapporto è contrastato dalla famiglia di lui, e si sposeranno solo nel 1903. Nel 1904 nasce il primo figlio, Hans Albert. In realtà ci fu prima una bimba, Lieserl, sconosciuta al grande pubblico; nata nel 1902; forse morta di scarlattina un anno dopo la nascita, di lei non si sa nulla fino al 1986 quando viene rinvenuta una raccolta di lettere fra Einstein e Mileva.

(Einstein)

Mileva
e
Albert
(1912)



Per qualche anno il loro rapporto funziona, si separano nel 1914 (un secondo figlio è nato nel 1910, Eduard); poi Einstein inizia una storia con la cugina Elsa Einstein Lowenthal (nata nel 1874), che sposerà subito dopo il divorzio del 1919. Pare che Einstein abbia promesso a Mileva i soldi del premio Nobel (che non aveva ancora vinto!) in cambio del divorzio. Ed in effetti le versa la cifra del premio qualche anno dopo.

Dopo aver completato gli studi al Politecnico nel 1900, Einstein non trova lavoro come assistente, e solo qualche lavoro saltuario come insegnante.

Nel 1902 è assunto all'ufficio brevetti di Berna, dove lavora fino al 1909, „gli anni migliori“.

Il 1905 è l'*annus mirabilis* di Einstein. Scrive la memoria sull'ipotesi del quanto di luce.

Completa la tesi di dottorato, "Su una nuova determinazione delle dimensioni molecolari".
Pubblica i suoi primi testi essenziali: due memorie sul moto browniano e due sulla relatività ristretta, "Elettrodinamica dei corpi in movimento" e "L'inerzia di un corpo dipende dal suo contenuto di energia?"
In questo è presente la relazione $E=mc^2$.
Infine il primo articolo mai pubblicato sulla teoria quantistica dello stato solido.

Sul tema dell'*annus mirabilis* si possono ricordare altri momenti favolosi per la storia della scienza:

- il 1610 (**Galileo** scopre i „Pianeti medicei“)
- il 1632 (**Newton** scrive i *Principia Mathematica*) e
- il 1859 (**Darwin** scrive *L'origine delle specie*).

Nel 1915 Einstein scrive altri articoli importanti sulla Teoria della relatività generale, e nel 1919 ha la consacrazione delle sue teorie con la verifica sperimentale sotto la direzione dell'astronomo Eddington in occasione di un'eclissi totale di sole. Una riunione congiunta della Royal Society e della Royal Astronomical Society a Londra annuncia che le osservazioni dell'eclissi di maggio confermano le previsioni di Einstein.

Il *Times* di Londra intitola:
"Rivoluzione nella scienza/Nuova
teoria dell'universo/La concezione
newtoniana demolita"; e il *New York
Times* intitola "La luce va storta in
cielo/La teoria di Einstein trionfa".
Articoli di questo tono segnano
l'inizio della presa di coscienza da
parte del grande pubblico del rilievo
mondiale della figura di Einstein.

(Einstein)

LIGHTS ALL ASKEW IN THE HEAVENS

Men of Science More or Less
Agog Over Results of Eclipse
Observations.

EINSTEIN THEORY TRIUMPHS

Stars Not Where They Seemed
or Were Calculated to be,
but Nobody Need Worry.

A BOOK FOR 12 WISE MEN

No More in All the World Could
Comprehend It, Said Einstein When
His Daring Publishers Accepted It.

Il suo mondo, il XX secolo, è lontano da noi anche se qui quasi tutti siamo nati in quel secolo; ed è il caso di fare mente locale.

Fino al 1930 l'umanità era convinta che la nostra galassia, la bellissima Via Lattea, fosse l'intero Universo.



Molte delle „stelle“ che vediamo in cielo in realtà sono galassie, e ciascuna è composta da miliardi di stelle. Ecco Andromeda al telescopio.



(Einstein)

Nel mondo di Einstein nel 1905 e ancora nel 1915 non c'era la televisione, gli aerei erano fatti di legno e stoffa (la plastica non esisteva ancora), le automobili e i telefoni (fissi) erano una novità per pochi ricconi. E la Terra aveva quasi due miliardi di abitanti (oggi siamo più di otto miliardi).

Einstein diventa così il secondo ebreo più famoso della storia - il primo fu accusato falsamente dai Romani con l'etichetta **INRI**, *Iesus Nazareus Rex Iudeorum*, ed è più noto come Gesù Cristo

Il rapporto di Einstein con l'ebraismo fu da ragazzo di rifiuto, poi mantenne un legame stretto con il movimento sionista, viaggiando negli Stati Uniti per raccogliere fondi per l'Università ebraica (costruita nel 1925 a Gerusalemme).

(Einstein)

Da sinistra:
Mosselesohn, Einstein,
Weizmann ed
Ussischlon (leaders del
Congresso mondiale
Sionista) sulla nave
per l'America
(1921)



(Einstein)

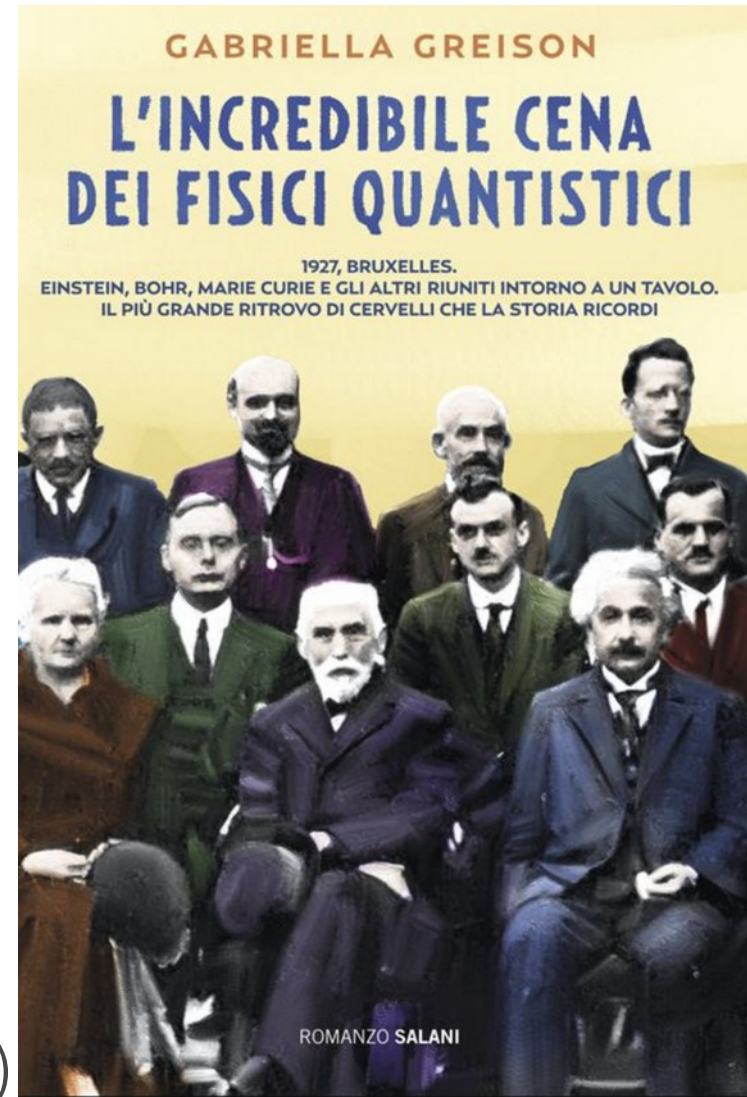
Fra il 1922 e il 1933 si succedono varie nomine e titoli conquistati da Einstein. Nel 1922 parte con la moglie Elsa per un lungo viaggio per nave in Giappone. Nel corso del viaggio gli giunge la notizia del premio Nobel per il 1921, assegnato "*Ad Albert Einstein per i suoi contributi alla fisica teorica e specialmente per la scoperta della legge dell'effetto fotoelettrico.*" A Stoccolma lo rappresenta l'ambasciatore tedesco, Rudolf Nadolny.

Al rientro dal Giappone si ferma in Palestina, ed Einstein diventa il primo cittadino onorario di Tel Aviv, fondata nel 1909.

Nel 1927, in occasione delle celebrazioni di Alessandro Volta in Italia, si tiene un'importante riunione di fisici, alla quale Einstein non partecipa per la sua ostilità al regime fascista di Mussolini.

Einstein non è una figura isolata. Il suo lavoro si intreccia con quello di molti altri scienziati. Ma pensate che fra il 1905 e il 1915 molti fisici non sono ancora convinti dell'esistenza di atomi e molecole! C'è un bel libro di una fisica e scrittrice italiana, abilissima nel descrivere concetti complicati in maniera comprensibile, che ce ne parla.

Gabriella Greison,
*L'incredibile cena dei fisici
Quantistici*
(Bruxelles, 1927)



(Einstein)

In questa storia (in parte romanzata ma verosimile) si incontrano i reali belgi, ambedue appassionati di scienza, e vari scienziati, tra i quali spiccano Marie Curie, Niels Bohr, Max Born, Erwin Schrodinger (noto per il suo "gatto") e altri premi Nobel. Alcuni sono assenti, tra i quali Werner Heisenberg (che formulò il "principio di indeterminazione") ed Enrico Fermi. L'evento del 1927 è un momento importante per la scienza e per l'odierna fisica quantistica in particolare.

Siamo nel breve interludio fra due guerre mondiali, la prima è finita da nove anni e la seconda inizierà dodici anni dopo. E i temi che trattano non sono argomenti astratti. Nel 1945 gli Stati Uniti vincevano la gara per la costruzione di un'arma basata sul rilascio improvviso di energia nucleare, e ad agosto due ordigni venivano sganciati su Hiroshima e Nagasaki; così finiva la guerra ma si apriva un'epoca di paura e di incertezza sotto la minaccia della "Bomba" (A o H).

(Einstein)

Ma cos'è quella „gara“?

E chi erano i partecipanti?

Nel 1939 Einstein scrisse una lettera a Franklin Delano Roosevelt, suo cofirmatario era un altro fisico Leo Szilard, in cui chiedevano al Presidente di condurre seriamente la ricerca in vista della costruzione della bomba atomica. E questo fu un passaggio decisivo per definire il Progetto Manhattan.

Perché lo fecero?

(Einstein)

Albert Einstein
e
Leo Szilard
(1939)



(Einstein)

Il grande rivale degli USA era la Germania nazista, e si temeva che potesse dotarsi degli strumenti per costruire un'arma con cui conquistare il resto del mondo - l'Europa nel 1939 era in buona parte nelle mani di Hitler (nel 1940 rimarrà solo la Gran Bretagna a contrastarla; l'URSS era alleata del Terzo Reich). Altri paesi, Gran Bretagna e Canada, collaborarono con gli Stati Uniti, mentre le spie di Stalin operavano per rubare i segreti atomici, e si apriva la strada alla Guerra fredda del secondo dopoguerra.

(Einstein)

Prima di tornare alla meccanica quantistica, vediamo che cos'è la Teoria della Relatività.

Avrete visto tutti almeno una volta la famosa formula di Einstein, $E=mc^2$.

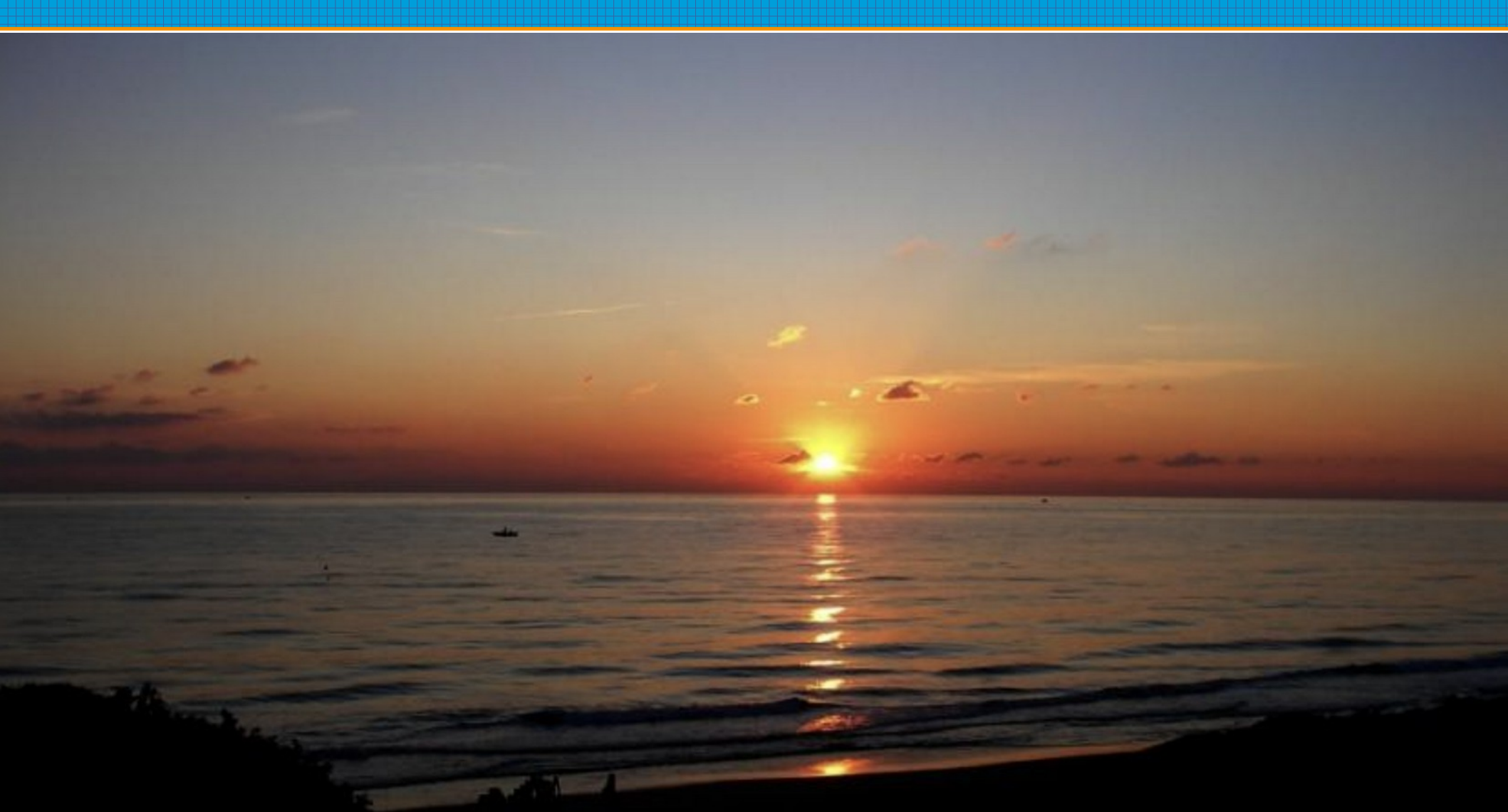
Nella diapositiva di seguito eccola sul ponte di una portaerei nucleare: sito molto appropriato visto che il reattore che forniva l'energia necessaria a far funzionare quella nave operava in base a tale formula.



Nella formula **$E=mc^2$** E sta per „Energia“, m sta per „Massa“, c^2 sta per „velocità della luce al quadrato“. Dunque in base a questa equazione l'energia si può trasformare in massa e viceversa.

Il valore della velocità della luce è una costante universale (circa 300.000 chilometri al secondo).

Il sole dista da noi 150 milioni di chilometri, e la sua luce ci raggiunge in otto minuti.



Poiché c^2 (anzi c^2) è un numero molto grande, la formula **$E=mc^2$** ci dice che una piccola quantità di „Massa” produce un'enorme „Energia”.

Un certo numero di atomi invisibili ad occhio nudo scontrandosi producono tantissima energia. Per iniziare una reazione nucleare ne occorre una certa quantità (la „massa critica”). Sotto controllo questa energia serve a produrre elettricità.

Altrimenti: „**Boom!**”

(Einstein)

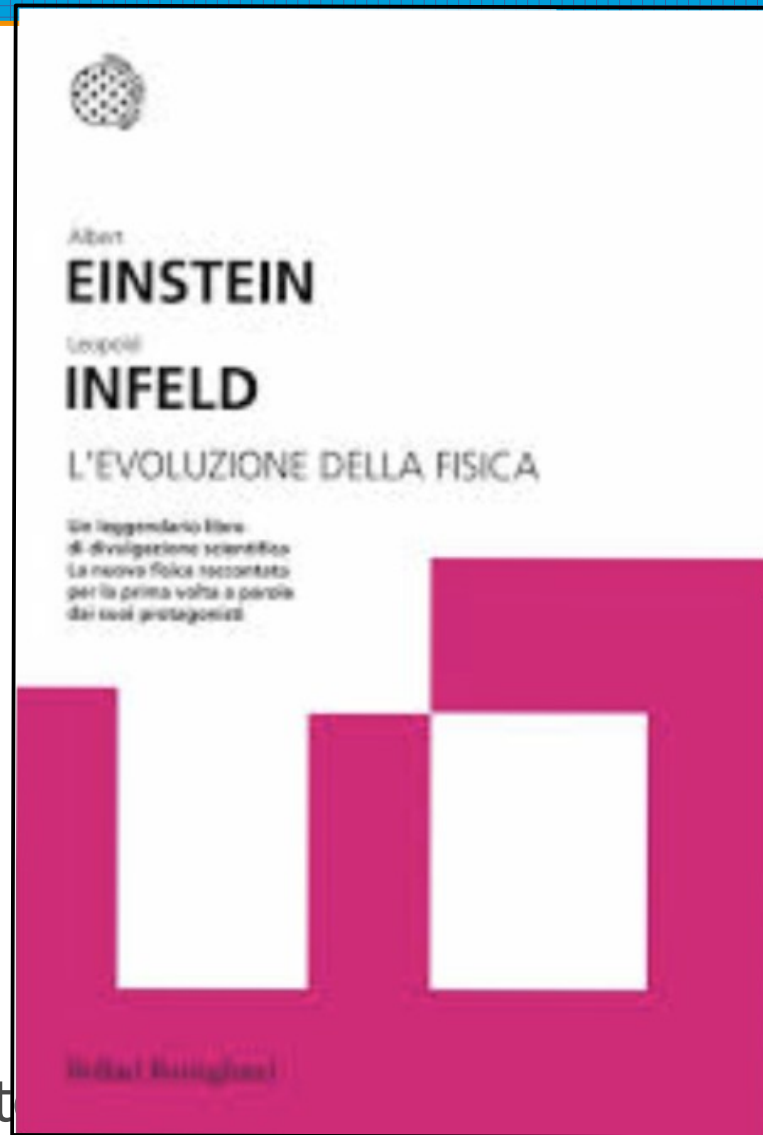
Il „fungo“
di
un'esplosione
nucleare



Di relatività si era occupato, secoli prima di Einstein, proprio Galileo, uno degli scienziati (con Newton e Maxwell) che lui ammirava di più.

E ce ne parla lo stesso Einstein in un libro intitolato *L'evoluzione della fisica*; scritto nel 1935 insieme ad un altro fisico, George Infeld, aveva l'intento di presentare la scienza che amava di più in modo comprensibile per chiunque non abbia troppa familiarità con le formule matematiche.

L'evoluzione della fisica
(1935, uscito in Italia
solo nel 1948, e poi più
volte ristampato).
Disponibile online.



(Einst

I cacciaroni che parlano di ciò che non conoscono vi diranno che Einstein era „contro“ Newton (e Galileo).

Ma la scienza non opera così.

Il nostro sapere consiste nella scoperta delle leggi che reggono la natura, e l'umanità non si „inventa“ niente nella sua lettura del mondo che ci circonda.

In realtà noi siamo tutti scienziati fin da bambini, perché cerchiamo di scoprire come funzionano le cose e le persone tutt'attorno a noi. E ciascuno di noi, studiosi compresi, si basa sulle conoscenze di chi lo ha preceduto. Newton lo esprime con chiarezza: „***Siamo seduti sulle spalle di giganti, per questo possiamo vedere lontano***".

Per Einstein fra i „giganti“ ci sono Galileo e Newton, dai quali parte ogni volta nell'esporre le nuove scoperte della fisica.

E nel farlo sottolinea un aspetto fondamentale della ricerca scientifica: porre i problemi è essenziale, anche se la soluzione che si offre è incompleta, parziale o erronea.

A volte, dice Einstein, „osservare con occhi nuovi fatti già noti“ è il modo in cui si fa avanzare il progresso scientifico.

La scienza consiste nella nostra capacità di comprendere ciò che esiste in natura, e questo non è stato (e non può essere) un processo lineare: ci sono passi avanti, ma a volte ci si ritrova in un vicolo cieco, e bisogna ricercare un'altra strada.

(Einstein)

**Tutti sanno che una cosa è impossibile.
Poi arriva uno che non lo sa e la fa.**

Albert Einstein

Einstein concordava con Galileo che scrisse che „*il libro della natura è scritto nel linguaggio della matematica*“, ma al tempo stesso era convinto che nessuno scienziato pensasse in formule bensì in idee che si potevano perciò esprimere a parole. E per cogliere il senso della teoria della relatività vi devo chiedere di fare con me un „esperimento mentale“, proprio come facevano Einstein e Galileo.

Prima però ricordiamo l'esperimento immaginato da Galileo, nel primo storico tentativo di formulare una teoria della relatività (1632).

Galileo scrisse che se ci si immagina a bordo di una nave, circondati da farfalle e uccellini in volo, e si compiono dei balzi in alto, non è dato sapere se la nave sia ferma o si muova, perché noi e ogni oggetto sulla nave viaggia e si muove con essa.

Immaginate di essere seduti nello scompartimento di un treno. Siete in stazione e lanciate in aria una pallina, che naturalmente ricade dove siete.

Il treno parte, forse ve ne accorgete, per un po' accelera e passa degli scambi, poi si muove a velocità costante in rettilineo. Voi non percepite il movimento, e se ripetete il lancio della pallina, vedrete che continua a cadere dove siete.

Per Einstein l'ambito di riferimento è però diverso. Non soltanto la verifica che ogni sistema di riferimento è coerente con se stesso.

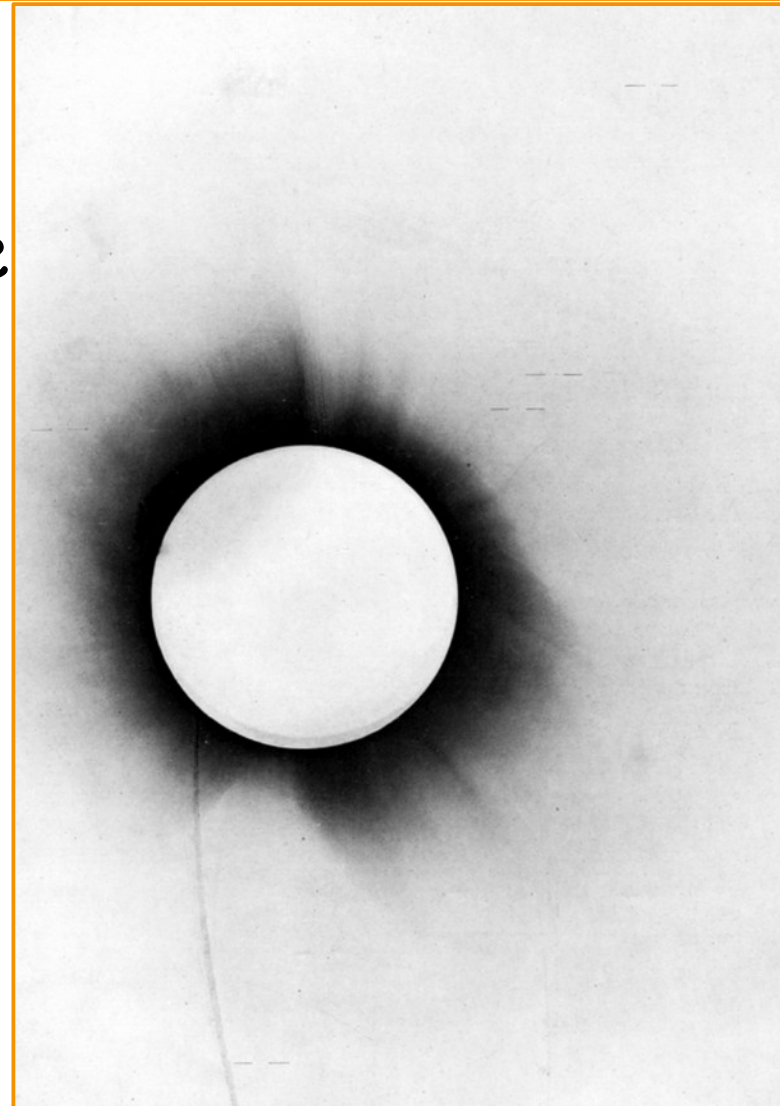
Come aveva ipotizzato nel 1905 lo spazio e il tempo sono un continuo spazio-temporale, e non due entità distinte fra loro.

Nel 1919 Eddington, un astronomo inglese, dimostrò sperimentalmente la validità di questa ipotesi, osservando un'eclissi e lo spostamento di alcune stelle subito dietro il Sole.

(Einstein)

Ecco una foto di Eddington:
dietro l'eclissi di Sole ci sono due
stelle in posizione alterata
rispetto alla posizione normale.
„Einstein ha ragione”.
Una prova più completa è stata
ottenuta nel 1971, facendo
volare degli orologi su aerei.

(Einstein)



Passiamo al nostro esperimento mentale.
L'anno è il 2030. Due fratelli gemelli, Paolo e Piero.
Paolo lavora a Savona e fa l'infermiere.
Piero lavora in America e fa l'astronauta.
Il primo volo di Piero lo porta con una Starship (il
razzo costruito da SpaceX) su Marte insieme ad
una decina di altri astronauti (sei uomini e quattro
donne) per poi ritornare sulla Terra dopo una sosta
di qualche mese. Niente di strano fin qui.

Nel 2040 poi Piero si imbarca per un volo di portata storica, è uno dei primi astronauti che metteranno piede su Titano, una luna di Saturno. Volano su un nuovo razzo, che raggiunge i 30.000 km/s, che è un decimo della velocità della luce (301.000 km/s nello spazio vuoto). Che cosa vediamo quando Piero torna sulla Terra, viene in Italia e si incontra con Paolo?

È il 2045 e in questi cinque anni Paolo è invecchiato normalmente. Per Piero è un po' diverso. Fra andata e ritorno ha trascorso quasi un anno su un razzo a grande velocità e in quel periodo è invecchiato di soli 350 giorni anziché 365. Di per sé questa differenza d'età non si noterebbe. Ma i gemelli indossano due orologi identici e adesso constatano che la data riportata su di essi è diversa. Che cosa è successo?

(Einstein)

In base alla teoria di Einstein, quanto più un oggetto si avvicina alla velocità della luce tanto più il tempo osservato dall'esterno si rallenta, fino a produrre differenze notevoli.

In condizioni normali invece è difficile notare dei cambiamenti significativi senza strumenti molto precisi (ad es. orologi atomici).

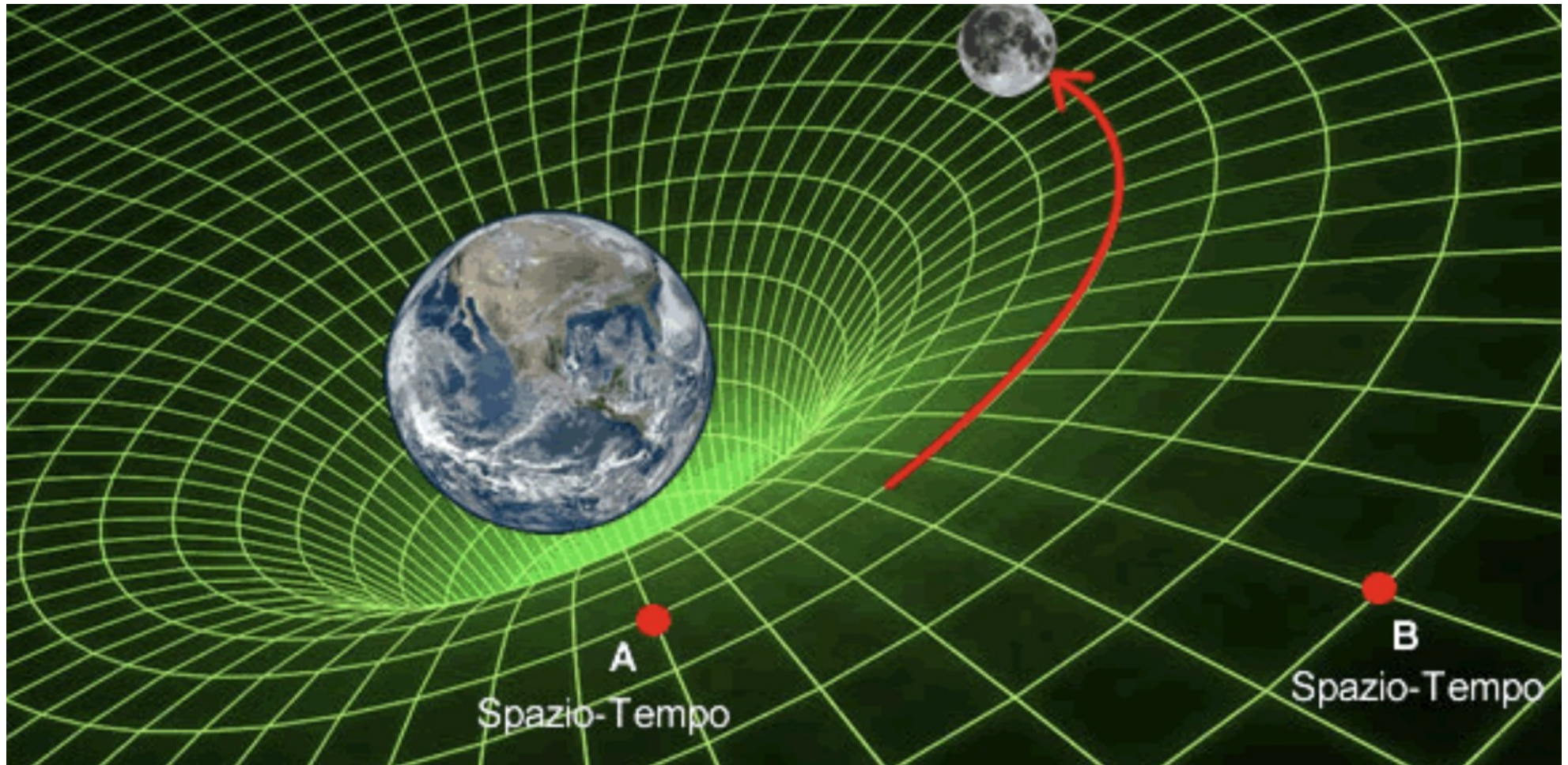
„Ma come può il tempo rallentare?“

Noi tutti abbiamo verificato la differenza di gravità (e di peso), su un ascensore ultraveloce o semplicemente nuotando in mare. Ma nessuno di noi ha potuto sperimentare il tempo che rallenta. Sì, a volte diciamo che *„il tempo non passa mai“* oppure che *„il tempo vola“*, ma si tratta di una suggestione legata all'esperienza soggettiva (di noia o di partecipazione intensa).

Nel nostro esperimento mentale, Piero e Paolo compiono due esperienze soggettive, ambedue reali ma diverse fra loro: uno rimane sulla Terra, l'altra vola nello spazio ad una frazione importante della velocità della luce. Quando si incontrano, si può constatare che il tempo è trascorso in modo diverso. Ma non è solo Paolo a essere sorpreso; anche Piero lo è, perché anche per lui il tempo scorreva normalmente (volando ad alta velocità).

(Einstein)

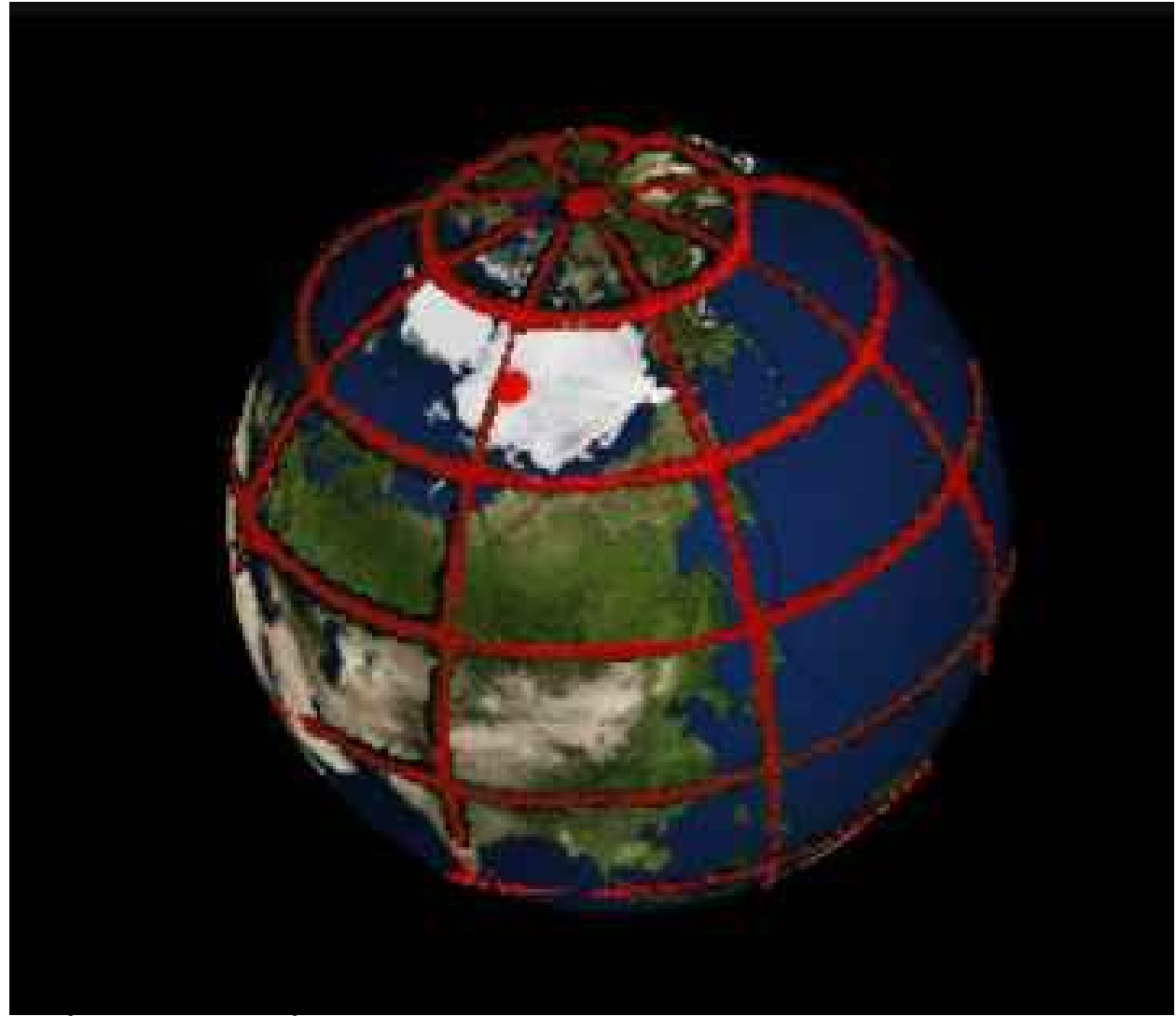
Spazio-tempo e campo gravitazionale



Il fisico americano John Wheeler l'ha sintetizzato così: "*Lo spazio-tempo dice alla materia come muoversi; la materia dice allo spazio-tempo come curvarsi*".

Qui entra in gioco la geometria di Reimann.

Sulla Terra
la linea che unisce
due punti non è
una linea retta
ma una curva.
*(Noi guardiamo le
cartine: immagini
in due dimensioni di
una realtà
tridimensionale).*

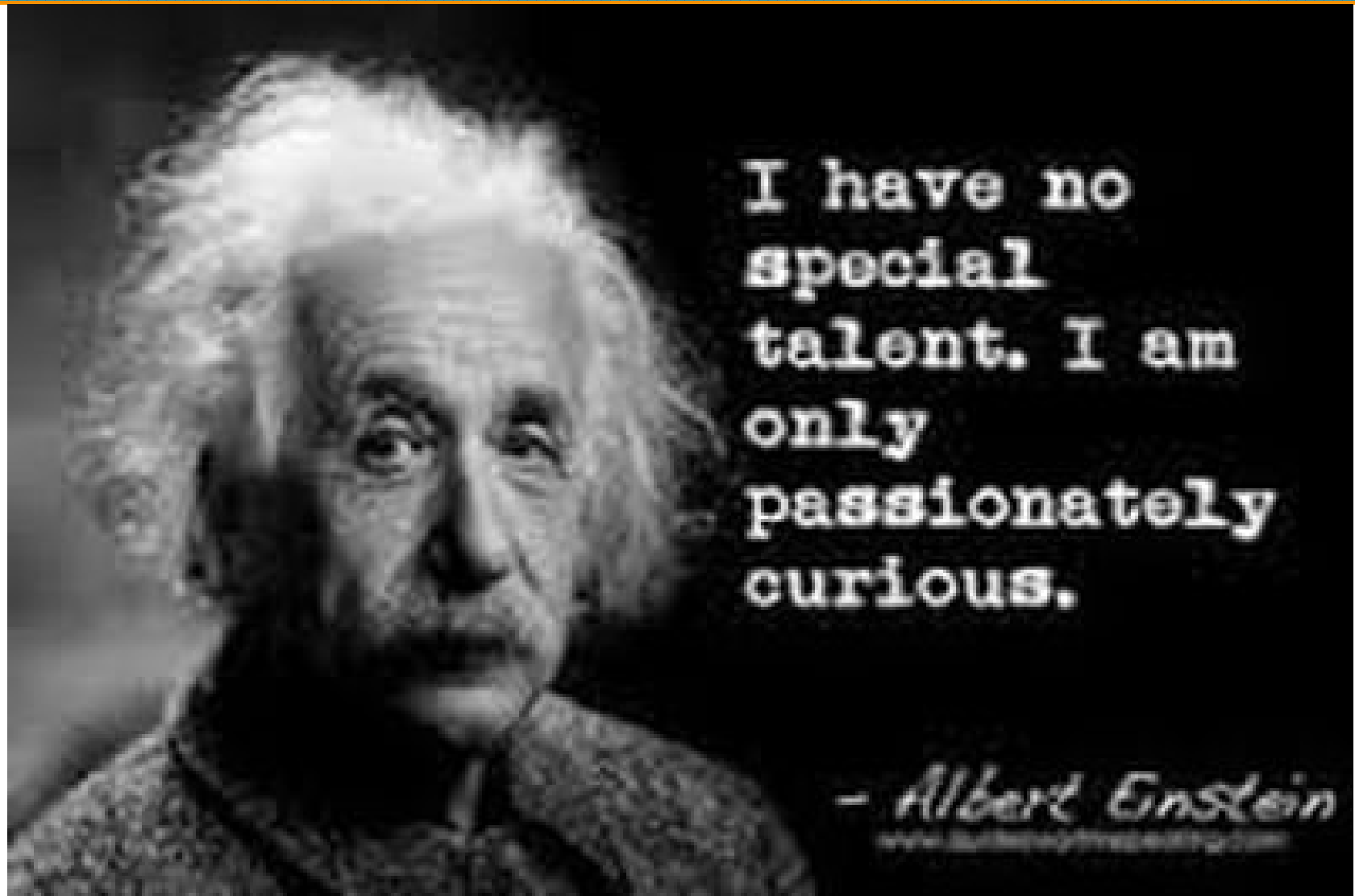


Se pensate che i 66 anni trascorsi fra la teoria di Einstein nel 1905 e la verifica decisiva siano tanti, dovete sapere che per provare l'affermazione di Galileo che „*due oggetti di peso diverso lasciati cadere giungono al suolo nello stesso momento*” si è dovuto aspettare un astronauta americano, Dave Scott, che ha compiuto l'esperimento sulla Luna: in assenza di aria un martello e una piuma sono giunti al suolo (lunare) insieme. Era di nuovo il 1971.

(Einstein)



Dave Scott (Apollo 15): „*Mr Galileo was right*“
(Einstein)



I have no
special
talent. I am
only
passionately
curious.

- Albert Einstein
www.albert-einstein.org

Una difficoltà importante per la comprensione delle teorie formulate da Einstein è la seguente. Per parlare di Einstein e delle sue Teorie sulla relatività in modo serio e costruttivo si dovrebbe, come minimo, essere freschi di studi dei vari concetti della fisica classica, in modo da poter vedere in che modo si alterano nella fisica moderna.

(Einstein)

Questo si può forse esigere nella facoltà di Fisica all'Università, ma non in una Conferenza rivolta ad un pubblico curioso ma non specializzato.

Ed è forse ancora più complesso cogliere il senso della fisica quantistica e gli odierni sviluppi della fisica riguardo le particelle elementari.

Chiudo con una citazione dal libro della fisica Greison, perché ci consente di capire in che modo la passione per lo studio e la ricerca può guidarci.

(Einstein)

„La fisica quantistica sta nella nostra vita di tutti i giorni e costituisce la base per il funzionamento del nostro mondo. Grazie ad essa siamo stati in grado di costruire i più moderni mezzi tecnologici. Ad esempio il laser, il microscopio elettronico, la risonanza magnetica nucleare, i calcoli della chimica computazionale, la crittografia, e molto altro.

.../.

(Einstein)

„Appena mettiamo piede nel grande oceano della fisica quantistica sorgono i grandi dubbi, esistenziali e no, le diverse interpretazioni da dare alle cose, le domande. Ma ogni volta che leggiamo libri (scritti da fisici, ovvio) sulla fisica quantistica, gli stessi autori concludono sempre che nessuno capirci granché. (...)

La fisica quantistica fa paura, fa crollare le basi su cui poggiano le conoscenze derivanti dai libri di scuola.

.../.

(Einstein)

„Ma se tutti sapessero quanto è bella, e meravigliosamente non banale, non ci sarebbe più bisogno di tante storie di fantasia che sembrano provenire da universi paranormali per dare spiegazione alle cose che ci circondano.

La teoria quantistica è una costruzione matematica accurata e perfetta, che descrive la natura in maniera superba.

.../.

(Einstein)

„Senza la fisica quantistica non riusciremmo a capire la chimica moderna, l'elettronica o la scienza dei materiali. Non avremmo inventato il chip di silicio e quindi i computer attuali, non ci sarebbero i televisori, i calcolatori, i microonde, i lettori cd e dvd, i telefoni cellulari, e tante altre cose che diamo per scontate nella vita di tutti i giorni.

.../.

(Einstein)

„La fisica quantistica spiega in maniera efficace il comportamento di tutti i mattoncini che stanno alla base della materia, di come interagiscono le particelle subatomiche, e di come si colleghino tra loro per formare il mondo interno a noi. Ma esistono diverse interpretazioni, a partire da come viene insegnata a scuola. In quest'ultimo caso, le regole e le condizioni sono più stringenti, facendo una ricerca più approfondita su testi scientifici avanzati si trovano invece tutte le altre. .../.

(Einstein)

„Il significato più profondo della fisica quantistica emerge solo dopo anni di studio. Ma anche dopo tutto questo tempo, lo stesso si giungerà alla conclusione di Niels Bohr [*“Se ti sembra di aver capito la fisica quantistica, allora non hai capito niente”*]. (...) Il mio viaggio nella fisica quantistica non finirà mai: divoro testi, libri, manuali, opinioni, dibattiti, pensieri, biografie, e cerco di saperne sempre di più.

.../.

(Einstein)

“Mi faccio accompagnare dalla fisica quantistica, la sfioro, l'accarezzo, tutto qui. Ma l'unica certezza che ho in cambio è il meraviglioso dubbio che mi crea”.

Con queste parole di Gabriella Greison si chiude questa presentazione, che spero vi incoraggi ad approfondire le vostre conoscenze per tutto ciò che riguarda il sapere scientifico.

Di seguito una breve cronologia e una rapida bibliografia e webografia su Einstein.

(Einstein)

Breve Cronologia

1879 14 marzo ad Ulma nasce Albert da genitori ebrei non praticanti, Herman Einstein (nato nel 1847) e Pauline Koch (nata nel 1852).

1880 Gli Einstein prendono la residenza a Monaco.

1881 18 novembre. Nasce la sorella di Einstein, Maria (Maja).

1884 Primo "miracolo": Albert è affascinato da una bussola tascabile.

Prima istruzione da parte di un insegnante privato.

1885 Albert prende lezioni di violino (continuerà fino ai tredici anni)

1886 Frequenta la scuola pubblica a Monaco. In ossequio alle disposizioni di legge relative all'educazione religiosa, gli vengono insegnati i rudimenti del giudaismo a casa.

1888 Entra al Luitpold Gymnasium.

1890 Fase religiosa, che dura circa un anno

(Einstein)

1891 Secondo miracolo: la lettura del "sacro libretto di geometria".

1891-95 Albert si familiarizza con gli elementi della matematica superiore, compreso il calcolo differenziale e integrale.

1894 La famiglia si trasferisce in Italia, prima a Milano, poi a Pavia, poi ancora a Milano.

Albert rimane a Monaco per finire gli studi.

1894 o 95 Manda allo zio Caesar Koch in Belgio uno scritto "sullo stato dell'etere in un campo magnetico".

1895 Einstein lascia il Luitpold Gymnasium senza aver terminato gli studi e raggiunge la famiglia a Pavia. All'esame di ammissione al Politecnico di Zurigo, nonostante le ottime prove in matematica e in fisica, Einstein viene bocciato.

1895 Einstein si iscrive ad una scuola di Aarau, il cui diploma lo abilita a iscriversi al politecnico di Zurigo. Fra i compagni di studi ci sono Marcel Grossmann e Mileva Maric.

Dal 1896 Einstein non è più cittadino tedesco; è un apolide.

Nel 1899 chiede di divenire cittadino svizzero, lo diventa nel 1901 (è inabile al servizio militare a causa dei piedi piatti e delle vene varicose).

1900 Einstein si diploma, ma non trova lavoro come assistente al Politecnico.

Cerca di lavoro come insegnante, poi viene assunto all'Ufficio brevetti di Berna nel 1902.

Il 10 ottobre il padre muore a Milano.
(Einstein)

1903 6 gennaio. Einstein sposa Mileva Maric.

Konrad Habicht, Maurice Solovine e Einstein fondano l'"Akademie Olympia".

A dicembre Einstein tiene, alla Naturforschende Gesellschaft di Berna, una conferenza sulla teoria delle onde elettromagnetiche.

1904 14 maggio. Nascita del primo figlio legittimo, Hans Albert (morto nel 1973). In realtà Albert e Mileva ebbero ancor prima una bimba, Lieserl, sconosciuta al grande pubblico; nata nel 1902, e forse morta un anno dopo la nascita di scarlattina; il padre non la vide mai, e di lei non si sa nulla fino al 1986 quando viene scoperta una raccolta di lettere fra Einstein e Mileva, dove parlano della piccola in rapporto alla loro situazione economica e legale.

(Einstein)

1905 E' l' *annus mirabilis* di Einstein. Scrive la memoria sull'ipotesi del quanto di luce, "Su un punto di vista euristico sulla generazione e la trasformazione della luce". E completa la tesi di dottorato, "Su una nuova determinazione delle dimensioni molecolari"

Pubblica i suoi primi testi essenziali, due memorie sul moto browniano E due sulla relatività ristretta, "Elettrodinamica dei corpi in movimento" e "L'inerzia di un corpo dipende dal suo contenuto di energia?" Qui è presente la relazione $E=mc^2$.

Completa un articolo sul calore specifico dei solidi, il primo che sia mai stato scritto sulla teoria quantistica dello stato solido: "La teoria di Planck dell'irraggiamento e teoria del calore specifico".

1907 "Il pensiero più felice della mia vita": Einstein scopre il principio di equivalenza per sistemi meccanici uniformemente accelerati. Estende il principio ai fenomeni elettromagnetici, fornisce l'espressione corretta per lo spostamento verso il rosso, e osserva che questa estensione comporta anche una curvatura della luce che passa vicino a corpi massivi.

1909 Einstein completa due memorie, "Sullo stato attuale del problema della radiazione" e "Evoluzione delle nostre concezioni sulla natura e la costituzione della radiazione". La seconda viene presentata a Salisburgo, al primo congresso di fisica cui Einstein partecipa. Si dimette dall'Ufficio brevetti e comincia a lavorare come professore associato all'Università di Zurigo.

(Einstein)

- 1910 Nascita del secondo maschio, Eduard ("Tede" o "Tedel", morto nel 1965 in una clinica psichiatrica).
- 1911 L'imperatore austriaco Francesco Giuseppe nomina Einstein professore ordinario all'Università di Praga.
- Al primo Congresso Solvay a Bruxelles Einstein tiene la relazione conclusiva sul tema: "Etat actuel du problème des chaleurs spécifiques".
- 1912 Einstein è nominato professore al Politecnico di Zurigo.; e si trasferisce nuovamente a Zurigo.
- 1913 Planck, Nernst, Rubens e Warburg propongono formalmente Einstein come membro dell'Accademia prussiana di Berlino (approvata con ventuno voti favorevoli e uno contrario e ratificata dall'imperatore tedesco Guglielmo II).

(Einstein)

Nel 1914 si trasferisce a Berlino con la moglie e i figli, ma gli Einstein si separano e Mileva torna a Zurigo con i figli.

Su un quotidiano berlinese appare il suo primo scritto divulgativo sulla teoria della relatività, Relativitätsprinzip.

Scoppia la prima guerra mondiale.

Nel 1915 Einstein è fra i firmatari di un "appello agli europei" nel quale tutti coloro che hanno a cuore la cultura dell'Europa sono esortati a riunirsi in una Lega europea.

Fine di giugno-inizio di luglio. Tiene sei lezioni a Gottinga sulla teoria della relatività generale. "Con mia grandissima gioia sono riuscito a convincere pienamente Hilbert e Felix Klein".

1916 Pubblica sulla rivista "Annalen der Physik la struttura logica della relatività generale, vhe ". Einstein succede a Planck nella carica di presidente della Società tedesca di Fisica. Pubblica due memorie sulle onde gravitazionali e tre scritti sulla teoria quantistica. Entra nel consiglio direttivo della Physikalisch-Technische Reichsanstalt, (Einstein ne fa parte dal 1917 al 1933).

1917 Einstein si ammala consecutivamente di fegato, di un'ulcera allo stomaco e di itterizia e subisce un indebolimento generale. La cugina Elsa lo assiste. Non si riprenderà pienamente fino al 1920. Il Kaiser-Wilhelm-Institut inizia l'attività (sia sperimentale che teorica) sotto la direzione di Einstein.

1919 Divorzio da Mileva.

Un'eclissi totale di sole offre la possibilità di misurare la curvatura della luce. Le misure vengono fatte sotto la direzione dell'astronomo Eddington.

2 giugno. Einstein sposa la cugina divorziata Elsa Einstein Lowenthal (nata nel 1874), che ha due figlie, Ilse (nata nel 1897) e Margot (nata nel 1899).

L'analisi preliminare dei dati dell'eclissi di maggio indica per la curvatura della luce un valore compreso fra quello di "Newton" (0,86") e quello di "Einstein" (1',73"). Una riunione congiunta della Royal Society e della Royal Astronomical Society a Londra annuncia che le osservazioni confermano le previsioni di Einstein.

1919 Il "Times" di Londra intitola: "Rivoluzione nella scienza/Nuova teoria dell'universo/La concezione newtoniana demolita"; e il "New York Times" intitola "La luce va storta in cielo/La teoria di Einstein trionfa". Articoli di questo tono segnano l'inizio della presa di coscienza da parte del grande pubblico del rilievo mondiale della figura di Einstein.

1920 Durante una sua conferenza all'Università di Berlino si verificano contestazioni (in Germania l'antisemitismo si fa sempre più grave).

Dal 1920 in poi, Einstein inizia a pubblicare articoli di carattere non strettamente scientifico.

1921 Prima visita negli Stati Uniti, insieme a Chaim Weizmann, con lo scopo di raccogliere fondi per il progetto di un'università ebraica a Gerusalemme. Alla Columbia University riceve la medaglia Barnard. Viene invitato alla Casa Bianca dal presidente Harding. Visite a Chicago, Boston e Princeton, dove tiene quattro lezioni sulla teoria della relatività.

Durante il viaggio di ritorno, si ferma a Londra, dove visita la tomba di Newton.

1922 Termina la prima memoria sulla teoria unitaria dei campi intitolata "Dimostrazione della non-esistenza di un campo a simmetria centrale, ovunque regolare, secondo la teoria dei campi di Kaluza".

1922 24 giugno. È assassinato Walther Rathenau, ministro degli Esteri tedesco e amico di Einstein, anche lui ebreo.

A ottobre, Einstein ed Elsa si imbarcano a Marsiglia sul piroscafo Kitano Maru, diretti in Giappone. Durante il viaggio viene assegnato il premio Nobel del 1921 "Ad Albert Einstein per i suoi contributi alla fisica teorica e specialmente per la scoperta della legge dell'effetto fotoelettrico." Alle celebrazioni per il premio Nobel viene rappresentato dall'ambasciatore tedesco, Rudolf Nadolny. Di ritorno dal Giappone, gli Einstein si fermano in Palestina per dodici giorni. L'8 febbraio Albert diventa il primo cittadino onorario di Tel Aviv (città fondata nel 1909).

1923 Viene insignito dell'Ordre pour le Mérite (titolo onorifico tedesco).

(Einstein)

- 1923 Partecipa alla fondazione dell'Associazione Amici della nuova Russia e diviene membro del suo comitato esecutivo.
Pubblica un saggio in cui per la prima volta Einstein avanza l'ipotesi che gli effetti quantistici possano derivare da una sovradeterminazione delle equazioni di campo della relatività generale.
- 1924 Come atto di solidarietà, Einstein si iscrive quale membro pagante alla comunità ebraica di Berlino; e cura la prima raccolta di scritti scientifici del dipartimento di fisica dell'Università ebraica. Einstein viene nominato all'Accademia prussiana e acquisisce la cittadinanza prussiana. (Mantiene la cittadinanza svizzera).

1927 Quinto Congresso Solvay. Inizio del dibattito tra Einstein e Bohr sui fondamenti della meccanica quantistica. Amicizia con la famiglia reale belga: rimarrà in corrispondenza con la regina Elisabetta per tutta la vita.

1929 Planck riceve la prima medaglia Planck e Einstein la seconda. In quest'occasione Einstein dichiara di non meritare un'onorificenza così alta, dato che tutti i suoi contributi alla fisica quantistica non sono che "intuizioni occasionali" presentatesi nel corso della "lotta infruttuosa con il problema principale".

Einstein firma il manifesto per il disarmo mondiale della Women's International League for Peace and Freedom.

1929 Secondo viaggio negli Stati Uniti, principalmente al California Institute of Technology. Il sindaco Jimmy Walker dona ad Einstein le chiavi della città di New York.

1931-1932. Terzo viaggio negli Stati Uniti, soprattutto al CalTech. Gli viene offerta una cattedra all'Institute for Advanced Study di Princeton, nel New Jersey.

A dicembre Einstein e la moglie partono dalla Germania alla volta degli Stati Uniti e non torneranno mai più in Germania.

1933 Hitler è Cancelliere del Reich, i nazisti giungono al potere.

Rientro in Europa, in Belgio, Inghilterra e in Svizzera. Einstein si dimette dall'Accademia prussiana e dall'Accademia bavarese delle Scienze.

- 1933 L'epistolario tra Einstein e Freud viene pubblicato sotto forma di opuscolo col titolo "Perché la guerra?"
- 1939 Einstein scrive al presidente Roosevelt richiamando la sua attenzione sulle implicazioni militari dell'energia atomica.
- 1940 Diventa cittadino degli Stati Uniti, anche se mantiene la cittadinanza svizzera.
- 1943-1946 Einstein è consulente del Dipartimento ricerca e sviluppo della Marina degli Stati Uniti, sezione munizioni ed esplosivi.
- 1945 Einstein tiene a New York un discorso sul tema della pace; poi scrive una lettera aperta all'Assemblea generale delle Nazioni Unite, sollecitando la formazione di un governo mondiale.

- 1949 Einstein pubblica "Autobiographisches", noto come "necrologio", una sintesi retrospettiva scientifica.
- 1950 Einstein firma il suo testamento. L'Università ebraica è scelta come sede definitiva per le sue lettere e i suoi manoscritti.
- 1952 La presidenza di Israele viene offerta ad Einstein, che la rifiuta.
- 1954 La stampa riferisce una dichiarazione di Einstein in difesa di J.R.Oppenheimer, accusato di attività antiamericane dal governo degli Stati Uniti.
- Ultimo incontro tra Einstein e Bohr (a Princeton).

1955 Il 15 aprile Einstein viene ricoverato nell'ospedale di Princeton.
Muore il 18 aprile per una emorragia da aneurisma. Il corpo viene
cremato a Trenton in New Jersey e le ceneri vengono disperse in
un luogo tenuto segreto.

Una bibliografia minima

Libri citati nella conferenza:

Albert Einstein - Leopold Infeld, *L'evoluzione della fisica*

Gabriella Greison, *L'incredibile cena dei fisici quantistici (Bruxelles, 1927)*

Walter Isaacson, *Einstein: La sua vita, il suo universo*

.../.

Alcune voci utili di wikipedia:

Albert Einstein, Fisica classica, Storia della fisica,
Metodo scientifico, Gabriella Greison, Galileo Galilei,
Meccanica quantistica, Isaac Newton,
Politecnico di Zurigo
Università Ebraica di Gerusalemme

[*i titoli qui sopra sono link alle voci corrispondenti*]